AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT BERLIN.

DIE APONEUROSIS PLANTARIS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

AN DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN

VORGELEGT

VON

ALFRED HENKEL,
ASSISTENZARZT IM INFANTERIE-REGIMENT NR. 132,
KOMMANDIERT ZUR KAISER WILHELMS-AKADEMIE
FÜR DAS MILITÄRÄRZTLICHE BILDUNGSWESEN.

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

MIT FÜNF TAFELN.

TAG DER PROMOTION D. 21. 10. 1913.

LEIPZIG
VEIT & COMP.
1913

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.
Referent: Geheimrat Prof. Dr. Waldeyer.

Sonderabdruck aus:
Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abtlg. 1913. Suppl.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

SEINEM LEHRER,

DEM

GEH. MED.-RAT PROF. DR. H. VIRCHOW

IN VEREHRUNG UND DANKBARKEIT

GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552715_0006

Für Betrachtungen über die statischen Verhältnisse des Fußes versuchte ich mir möglichst genaue Vorstellungen von dem anatomischen Bau dieses Körperteiles zu verschaffen. Die zu diesem Zweck vorgenommene Durchsicht der anatomischen Handbücher und Atlanten ließ mich erkennen, daß der erwähnte Gegenstand in sehr vielen Teilen mit einer gewissen Stiefmütterlichkeit behandelt ist, oder doch jedenfalls nicht mit der Genauigkeit, die wir beim Analogon, der Hand, vorfinden. Ich sah den Grund hierfür darin, daß man von der Hand als dem „vollkommeneren" Organ ausgehend und in dem Drang zu systematisieren in vielen Punkten etwas blind übertragen hat, und bemühte mich daher, mir durch eigene möglichst genaue Präparationen richtige Vorstellungen zu erwerben. Ich begann mit der Durcharbeitung der Aponeurosis plantaris. Auch dieses Gebilde ist bei dem häufigen „vgl. Hand" zu kurz gekommen. Die ausführlicheren Schilderungen, namentlich in französischen Handbüchern, sind bei dem so gut wie gänzlichen Mangel an Illustrationen kaum ganz zu erfassen. Schließlich widersprechen sich die bestehenden Anschauungen über die Aponeurosis plantaris nicht unwesentlich.

Es wurde von mir nur formalingehärtetes Material benutzt. Ich halte dies für die präparatorische Darstellung von Bindegewebszügen für sehr vorteilhaft. Ferner bediente ich mich eigentlich dauernd einer Zeiss-schen Binokularlupe. Auf diese Weise ist es mir, glaube ich, gelungen, auch über die feineren Verhältnisse der Aponeurose klare Vorstellungen zu bekommen. Da mir, wie bereits oben erwähnt, besonders der Mangel an

einigen ausführlichen Illustrationen aufgefallen ist, ließ ich nach hierfür besonders angefertigten Präparaten fünf Bilder von Fräulein Grete Wendland herstellen, aus denen man sich, wie ich hoffe, in kurzer Zeit über die tatsächlichen Verhältnisse der Aponeurosis unterrichten kann. Ich werde nun im folgenden eine kurze Darstellung dieser meiner Anschauungen über die Aponeurosis geben, und zwar halte ich es für am zweckmäßigsten, wenn ich, um langatmige Figurenerörterung zu vermeiden, den Gang einer Präparation kurz schildere. Ich darf darauf aufmerksam machen, daß ich den Bezeichnungen „unten" und „oben" streng die aufrechte Körperhaltung zugrunde lege. Zur Erreichung größerer Klarheit war es nötig, eine Reihe von Gebilden, die entweder der Aponeurose selbst angehören oder in sehr nahe Beziehung zu ihr treten, neu zu benennen. Herr Geheimrat Waldeyer hat dies in liebenswürdigster Weise übernommen. Ich bitte, mir nun an der Hand der Abbildungen zu folgen.

Wir gehen (Taf. XVI, Fig. 1) in der Fersengegend bis auf das Tuber calcaneum in die Tiefe, sehen jetzt vor demselben den sehnig glänzenden Ursprungsteil der Aponeurose; in ganzer Fußsohlenbreite wird die Haut mit dem Unterhautfettgewebe nach vorn abpräpariert. Dabei fallen ständig die teilweise sehr kräftigen, manchmal fadenrunden Verbindungsstränge zwischen Cutis und Aponeurose auf. Diese sind am stärksten und zahlreichsten in der Fersengegend und hier wieder nach den Rändern der Fußsohle zu. In der Fersengegend ist das Unterhautfettgewebe (s. Taf. XX, Fig. 5: Pulvinar pedis posterius) auch besonders stark, 2 cm Dicke sind keine Seltenheit; auch die in diesem Unterhautfettgewebe liegenden Bindegewebsfasern sind auffallend kräftig und bilden ein wabenartiges Kammersystem, in das das Fettgewebe förmlich eingepreßt erscheint. Der Zweck ist klar. Es soll vermieden werden, daß unter dem Druck der Körperlast die Fettgewebsmassen nach den Stellen niederen Drucks ausweichen können, wodurch natürlich die Aufgabe des Polsters (Pulvinar pedis posterius) hinfällig würde. In der Mitte der Fußsohle werden die Verbindungen zwischen Aponeurosis und Cutis seltener. Gleichzeitig nimmt das Unterhautfettgewebe einen lockeren Charakter an. Noch etwas weiter nach vorn, etwa in halber Höhe der Metatarsalknochen sehen wir sich die Aponeurose in fünf Zipfel teilen, deren jeder nach vorn strebt. Die Unterhautfettgewebsschicht wird nun dünner und dünner, die Räume zwischen den Aponeurosenzipfeln breiter; vorsichtig weicht das Messer den diese Zwischenräume überbrückenden, querlaufenden Bindegewebsfasern (s. Taf. XVI, Fig. 1: Fasciculi aponeurotici transversi superf.) aus. In Höhe der Metatarsophalangealgelenke hat man den Eindruck, als ob das Unterhautfettgewebe gänzlich aufgehört habe (s. Taf. XX, Fig. 5: *a*) und als ob die Aponeurosenzipfel

in der Cutis ihr Ende fänden. Tatsächlich schneidet man eine große Zahl solcher in die Cutis übergehender Aponeurosenfasern durch, doch, scharf an der Cutis weiter entlang arbeitend, bemerkt man immer wieder kompakte Faserbündel (s. Taf. XVIII u. XX, Figg. 3 u. 5: *b*), die weiter nach vorn verlaufen. Diese werden vorsichtig verfolgt und schließlich an der Umbiegungsstelle gegen die Fußzehenfurche sieht man wieder lockeres Unterhautfettgewebe (s. Taf. XX, Fig. 5: *e*) auftreten, welches die noch immer vorhandenen Aponeurosenzipfel deutlich von der Cutis trennt. Gleichzeitig sehen wir, wie die Fasern der Aponeurosenzipfel fächerartig auseinanderweichen und sich mit hinzukommenden querverlaufenden Fasern (Fasciculi aponeurotici transversi prof.), deren Ursprung wir später genauer betrachten wollen, zu einem flächenartigen Faserflechtwerk vereinigen, das in der Tiefe an den Sehnenscheiden und dem Periost der Grundphalangen befestigt ist und das sogenannte Ligamentum natatorium (s. Taf. XVII u. XVIII, Figg. 2 u. 3) darstellt.

Wir haben nun die ganze Unterfläche der Aponeurosis frei vor uns liegen (s. Taf. XVI u. XVIII, Figg. 1 u. 3). Eine deutlich ausgeprägte Längsfurche (Sulcus plantaris lateralis, s. Taf. XVI, Fig. 1), die der Richtung nach etwa den Processus medialis tuberis calcanei mit der Gegend des fünften Metatarsophalangealgelenks verbindet, teilt dieselben in zwei Teile, einen größeren medialen (Tractus aponeuroticus medialis) und einen kleineren lateralen (Tractus aponeuroticus lateralis). Der mediale entspringt, wie schon erwähnt, in einer Breite von $1^1/_2$ bis 2 cm von der unteren Fläche des Processus medialis tuberis calcanei, zieht als kompakte, sehnig glänzende Fasermasse, an Breite allmählich zunehmend, nach vorn und spaltet sich in halber Höhe der Mittelfußknochen in fünf Zipfel (Lacerti aponeurotici superficiales), deren jeder in der Richtung je eines Metatarsophalangealgelenkes und über dieses hinaus nach vorwärts zieht. Über die Richtung und den Ansatz der eben erwähnten Zipfel findet man geteilte Ansichten. Die einen Autoren geben an, daß sie zu den Zehen ziehen, andere, daß sie an der Haut zwischen den Zehen endigen. Ich glaube, daß sich der Richtungsverlauf der Zipfel nicht ohne weiteres topographisch festlegen läßt; er wird nämlich wesentlich bestimmt durch denjenigen von tieferliegenden Zipfelpartien (Lacerti aponeurotici profundi, s. Taf. XVII, Fig. 2). Diese tieferen Zipfelpartien erhalten in Wirklichkeit den Hauptanteil der aus der Aponeurose hervorgehenden Zipfel und treten zu den Metatarsophalangealgelenken in direkte Beziehung. Die oberflächlichen Zipfelpartien, von denen bisher die Rede war, sind dann nur als Abspaltungen dieser tiefen aufzufassen. Wenn wir also den Ursprungspunkt je eines der fünf oberflächlichen Zipfel mit der Gegend des zugehörigen Meta-

tarsophalangealgelenkes verbinden und über diese hinaus verlängern, so gibt uns diese Linie die Richtung der oberflächlichen Aponeurosenstrahlen an. Wir finden, daß die drei mittleren Zipfel im großen und ganzen der Richtung der zugehörigen Zehen folgen, während der erste und fünfte sich mit der Richtung ihrer Zehen kreuzen. Die beiden letzteren nehmen auch an der vorher erwähnten Bildung des Ligamentum natatorium so gut wie gar keinen Anteil, indem sie vorher ziemlich vollständig in der Cutis endigen.

Die vorhin angeführten querverlaufenden Bindegewebsfaserzüge (s. Taf. XVI, Fig. 1: Fasciculi aponeuritici transversi superf.) biegen nun auch teilweise in die Längsrichtung um und beteiligen sich an der Bildung des Ligamentum natatorium. Ziemlich konstant ist ein solches Faserbündel an der ersten Zehe vorhanden (s. Taf. XVI, Fig. 1: *d*) und ersetzt förmlich die hier fehlenden, richtiger die bereits früher medianwärts abgewichenen Fasern des ersten Zipfels.

Betrachten wir nun die beiden Seitenränder des kräftigeren medialen Aponeurosenabschnittes, so sehen wir, daß das hintere Drittel des medialen Randes (s. im Sulcus plantaris medialis, Taf. XVI, Fig. 1) sich nach oben umschlägt und zwischen dem von ihm bedeckten Flexor digitorum brevis-Wulst und dem etwas höher liegenden Abductor hallucis-Wulst verschwindet, so scheinbar eine Scheidewand zwischen diesen beiden Muskelbäuchen bildend. Machen wir uns jedoch durch Auseinanderziehen der eben genannten Muskelwülste die Furche übersichtlicher, so finden wir, daß ein größerer Teil dieser scheinbar in der Tiefe verschwindenden Fasern als sehnige Ursprungsfasern für den Musculus abductor hallucis anzusprechen sind. Das Schicksal der übrigen, wirklich in der Tiefe verschwindenden Fasern werden wir später genauer verfolgen. Vom mittleren Drittel des medialen Randes biegt nun eine größere Anzahl von Längsfasern (Lamina aponeurotica dorso-plantaris, Taf. XVI, Fig. 1) unter fächerartigem Auseinanderweichen medialwärts um und geht unter Umschlingung des über ihm liegenden Musculus abductor hallucis in die Dorsalfaszie des Fußes über.

Was den lateralen Rand des medialen Aponeurosenabschnittes betrifft, so läßt die Umbiegung desselben nach oben, zusammen mit dem sich ebenfalls nach oben umkrempelnden medialen Rand des lateralen Aponeurosenabschnittes die oben erwähnte tiefe Trennungsfurche (s. Taf. XVI, Fig. 1: Sulcus plantaris lateralis) zustande kommen. Diese Furche wird von zahlreichen, teilweise recht starken Fasersträngen, die vorwiegend von dem medialen Aponeurosenabschnitt ausgehen und mit dem lateralen Aponeurosenabschnitt verwachsen, überbrückt. Durchschneidet man diese Brückenfasern und befreit man die Furche von den darin liegenden Fettgewebsmassen, so sieht man, daß ein weiterer kräftiger Zug von Fasern

(s. Taf. XIX, Fig. 4: *e*), die dem medialen Aponeurosenabschnitt entstammen, unter lateraler Umbiegung oberhalb des Abductor digiti minimi verschwindet. Dieser Faserzug überkreuzt dabei den oberflächlicher liegenden, später genauer zu beschreibenden Faserstrang des lateralen Aponeurosenabschnittes (s. Taf. XIX, Fig. 4: Crus aponeuroticum mediale). Bei dieser Überkreuzung findet eine deutliche, teilweise Verschmelzung der den beiden Aponeurosenabschnitten entstammenden Fasern statt.

Wenden wir uns nun zu dem lateralen Aponeurosenabschnitt (s. Taf. XVI u. XIX, Figg. 1, 4: Tractus aponeuroticus lateralis), so fällt er an Mächtigkeit gegen den medialen bedeutend ab. Nach Edward Loth[1]) kommt gerade ihm phylogenetisch eine ziemliche Bedeutung zu. Der laterale Aponeurosenabschnitt nimmt seinen Ursprung in etwa 1 bis $1^1/_2$ cm Breite von dem lateralen Rande des Processus medialis tuberis calcanei, ist in seinem hintersten Abschnitt von den sehnigen Ursprungsfasern des Abductor digiti minimi kaum zu trennen, läuft als sehniger Bandstreifen unter dem Bauch des eben erwähnten Muskels nach vorn und teilt sich in Höhe des Os cuboideum in zwei Zipfel (s. Taf. XVI, Fig. 1: Crus aponeuroticum mediale et laterale), von denen der laterale unter Umschlingung des eben genannten Muskels sich am Processus styloideus ossis metatars. V inseriert und so ein Abgleiten des Muskels nach lateralwärts verhindert. Von dem lateralen Rande des lateralen Aponeurosenabschnittes biegen außerdem Längsfasern lateralwärts um und gehen unter Umhüllung des Abductor digiti minimi-Wulstes in die dorsale Fußfaszie über, also ebenso wie beim Tractus aponeuroticus medialis.

Der mediale Zipfel (s. Taf. XVI u. XIX, Figg. 1 u. 4: Crus aponeuroticum mediale) zieht am medialen Rand des Abductor digiti V in die Tiefe und verläuft nach vorn dicht unter den Musculi interossei, um sich an den Ligamenta accessoria plantaria des vierten, mitunter aber auch dritten und fünften Metatarsophalangealgelenkes zu inserieren. An diesem Zug beteiligen sich Tiefenfasern des medialen Aponeurosenabschnittes.

Wir wenden uns nun zu den bereits zur Erklärung des Richtungsverlaufes der fünf oberflächlichen Aponeurosenstrahlen angeführten tiefen Aponeurosenzipfeln, die ja zu den Metatarsophalangealgelenken in direkte Beziehung treten. Zu diesem Zwecke schneiden wir die oberflächlichen Aponeurosenzipfel in der Mitte durch und präparieren sie unter Lösung von den darunterliegenden Fettgewebsmassen nach vorn und hinten zurück (s. Taf. XVII u. XVIII, Figg. 2 u. 3). Dann entfernen wir am besten mit

---

[1] E. Loth, Die Aponeurosis plantaris in der Primatenreihe. *Morpholog. Jahresbücher.* Bd. XXXVIII.

Schere und Pinzette das oberflächlich freigelegte Fettgewebe. Dasselbe zeigt einen ähnlichen Typus wie das des bei der Ferse beschriebenen Fettpolsters; das Bindegewebsfasernetz ist nur im ganzen zarter (s. Taf. XX, Fig. 5: Pulvinar pedis anterius). Durch Entfernung dieses Fettgewebes arbeiten wir uns nun in einen Raum (s. Taf. XVIII u. XX, Figg. 3 u. 5: Spatium subglenoidale pedis) hinein, der oben von den Metatarsophalangealgelenken und dem hinteren Drittel der Grundphalangen, vorn und unten von dem Ligamentum natatorium, den oberflächlichen Aponeurosenstrahlen und den diese verbindenden oberflächlichen Querfasern, hinten von dem Teilungswinkel der Aponeurosenzipfel in oberflächliche und tiefe Strahlen begrenzt wird. Die Fettgewebsmassen sind in diesem Raum wieder förmlich hineingepreßt und bilden so das vordere Fußsohlenpolster (s. Taf. XVIII u. XX, Figg. 3 u. 5: Pulvinar pedis anterius). Dasselbe zeigt nach den Fußrändern zu die geringste Dicke. Besonders schön kann man sich dieses vordere Fußsohlenpolster durch Betrachtung eines Sagittalschnittes durch den Fuß von der Seite her zu Gesicht bringen.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit aber wieder den tiefen Aponeurosenstrahlen (s. Taf. XVII, Fig. 2: Lacerti aponeurotici profundi) zu. Wir sehen, daß jeder von ihnen aus zwei Strängen besteht, die, zusammen an Mächtigkeit den oberflächlichen Zipfel übertreffend, nach vorn zu dem Ligamentum accessorium plantare des zugehörigen Metatarsophalangealgelenkes verlaufen, dabei die unter diesem Band liegenden Beugesehnen gabelförmig zwischen sich fassend. Ich darf erwähnen, daß diese Ligamenta accessoria plantaria derbe Faserscheiben darstellen, die vorn an dem unteren hinteren Rande der Grundphalangenbasis angewachsen sind, seitlich in breiter Ausdehnung mit den Ligamenta accessoria collateralia vereinigt sind, nach hinten, ohne engere Verbindung mit den Köpfen der Mittelfußknochen, den tiefen Strahlen der Aponeurose und einem Teil der Endsehnen der tiefen Fußmuskeln zum Ansatz dienen, ja von diesen förmlich mitgebildet werden. — Ich behalte mir vor, in einer weiteren Arbeit die Verhältnisse dieser Ligamenta accessoria plantaria genauer zu erörtern. — Unter der Unterfläche dieses Bandes verlaufen nun die zugehörigen Beugesehnen und werden während dieses Verlaufes seitlich von den Ansatzlinien der tiefen Aponeurosenstränge begrenzt. Bei dieser Insertion verhalten sich die Fasern eines einzelnen Stranges so, daß ein Teil derselben sich mit den Fasern des zugehörigen Stranges in der Substanz des Bandes kreuzt (s. Taf. XVII, Fig. 2: *f*), der andere Teil überspringt in entgegengesetzter Richtung den zwischen je zwei Metatarsophalangealgelenken gelegenen Raum, und inseriert sich an der Fasersubstanz des benachbarten Ligamentum accessorium plantare, so in Wirklichkeit den Hauptbestandteil des Liga-

mentum transversum capitulorum bildend. Es wird also durch diese Art der Insertion eine feste Verbindung zwischen Calcaneus einerseits, den Grundphalangen und durch Vermittlung der Ligamenta accessoria collateralia, den Köpfen der Mittelfußknochen andererseits hergestellt. Um uns eine richtige Vorstellung von der außerordentlichen Bedeutung dieser den knöchernen Fußbogen breit überspannenden Bandmasse zu machen, erinnere ich daran, daß straffes Bindegewebe auf den Quadratmillimeter berechnet, eine Belastung von ca. 7 kg aushält. Wenn wir den Querschnitt der Aponeurose kurz vor der Teilung in ihre Endzipfel, also an einer Stelle, wo sie keine Elemente mehr an den über ihr gelegenen Musculus flexor digitorum brevis abgibt, nur auf 20 qmm annehmen, so haben wir also hier eine Belastungsmöglichkeit von 140 kg; rechnen wir davon etwa ein Drittel für die oberflächlichen Fasern ab, so bleiben immer noch ca. 90 kg.

Poirier beschreibt in seinem Handbuch als weitere Endigungen der tiefen Aponeurosenstrahlen sogenannte „Fibres perforants“, die unter Durchbohrung der Ligamenta capitulorum transversa zwischen Knochen und Interosseussehnen verlaufen, sich dorsal wenden und hier unter schleifenartigem Auseinanderweichen einen Kanal für die Strecksehnen bilden sollen. Ich habe mich trotz sorgfältiger Untersuchung von der Existenz solcher Fasern nicht überzeugen können. Man findet (s. Taf. XX, Fig. 5: *h*) in der Gegend der Metatarsophalangealgelenke eine Faszie, die den ganzen Gelenkabschnitt samt den zugehörigen Interosseus- und Strecksehnen einhüllt. Diese hat auch eine deutliche Einlagerung parallel verlaufender bindegewebiger Verstärkungsfasern. Dieselben liegen aber den Interosseussehnen auf, beginnen an den seitlichen Rändern, den Ligamenta accessoria plantaria, steigen vertikal nach oben und fassen schließlich auseinanderweichend die Strecksehnen zwischen sich. Der größte Teil dieser Fasern ist zweifellos selbständig. Im vordersten Abschnitt der Faszie findet man einige Fasern, die durch einen etwas schrägeren Verlauf auffallen und eventuell als Fortsetzung der tiefen Aponeurosisstrahlen angesprochen werden können. Konstant fand ich zwischen der dem Ligamentum capitulorum transversum aufliegenden Lumbricalissehne und den darunter verlaufenden Nn. et Vv. digitt. comm. eine bindegewebige Scheidewand, die zweifellos den tiefen Aponeurosenstrahlen ihren Ursprung verdankende Verstärkungsfasern zeigt.

Durch Entfernung der das vordere Fußsohlenpolster bildenden Fettgewebsmassen hatten wir uns das Ligamentum natatorium auch von hinten her zu Gesicht gebracht (s. Taf. XVII u. XVIII, Figg. 2 u. 3: Ligamentum natatorium). Ich erwähnte bereits vorher, daß dies Gebilde aus einem Geflecht der auseinanderweichenden oberflächlichen Aponeurosenzipfelendigungen und

einem System querverlaufender Fasern (s. Taf. XVII u. XVIII, Figg. 2 u. 3: Fasciculi aponeurotici transversi profundi) entsteht. Über den Ursprung dieser letzteren können wir uns nun genau orientieren. Wir sehen (s. Taf. XVII u. XVIII, Figg. 2 u. 3), daß sie von den vordersten Abschnitten der Metatarsophalangealgelenke, ferner von dem Periost und den Beugesehnenscheiden des hinteren Drittels der Grundphalangen ihren Ursprung nehmen, unter Befestigung an der nächsten oder übernächsten Zehe den zwischen den Grundphalangen gelegenen Raum überbrücken und schließlich mit der Masse ihrer Fasern von oben her in das Ligamentum natatorium übergehen, diesem letzteren so einmal einen Hauptbestandteil der Fasern, ferner die Befestigung in der Tiefe gebend. Heben wir das Ligamentum natatorium am freien Rande etwas hoch, so werden diese über die Grundphalangen querverlaufenden Faserbündel ebenfalls hoch gehoben und nun sieht man, wie sich über jeden Interphalangealraum ein sehniger Bogen spannt, unter dessen Schutz die Nn. et Vv. digitt. comm. verlaufen. Zweifellos spielt diese an sich doch kleine Bandmasse eine große Rolle, indem sie diese unter ihm verlaufenden Organe vor dem starken Druck der Körperlast schützt.

Wie erinnerlich, hatten wir bei der Betrachtung der oberflächlichen Aponeurose Faserzüge kennen gelernt, die von den Seitenrändern in die Tiefe abbiegen (s. Taf. XIX, Fig. 4). Wir wollen jetzt den Verlauf genauer verfolgen. Zu diesem Zweck entfernen wir auf der medialen Seite den Musculus abductor hallucis, auf der lateralen den Abductor digiti minimi, bemühen uns aber, etwaige, die eben genannten Muskeln von dem in der Mitte gelegenen Musculus flexor digitorum brevis trennende Faszien zu erhalten. Ferner schneiden wir die fünf Aponeurosenzipfel an ihrem Ursprung durch, spalten die ganze Aponeurose der Länge nach in der Mitte und nehmen dann unter demselben Bestreben wie vorher den zutage liegenden Musculus flexor digitorum brevis fort. Dabei sehen wir, daß dieser letztere Muskel vom Os cuneiforme I ab bis zum Tuber calcanei die obere (tiefere) Fläche der Aponeurose als Ursprungsstelle benutzt. Man muß sich nun hüten, Faszienteile, die entweder von einem der beiden Abduktoren oder von dem Flexor digitorum brevis stammen und in gleichzeitige Verbindung mit der Aponeurose und den plantaren Bandmassen treten, als tiefe Züge der Aponeurose anzusprechen. Ich gehe auch nicht auf ganz unbeständige und schwache Faserbündelchen ein, die wirklich von der Aponeurose ausgehend in der Faszie verlaufen, sondern beschreibe nur solche Faserbündel, die mit einer gewissen Beharrlichkeit auftreten und auch infolge ihrer Stärke auf die Gestaltung der Aponeurose einen gewissen Einfluß ausüben. Betrachten wir zunächst wieder den medialen Rand des medialen

Aponeurosenabschnittes (Taf. XIX, Fig. 4), so sehen wir etwa in Höhe des Os naviculare ein kompaktes Faserbündel nach vorn und in die Tiefe ziehen. Dasselbe teilt sich in zwei Züge; der laterale verläuft zum Os cuneiforme III, er inseriert an diesem Knochen teilweise direkt (s. Taf. XIX, Fig. 4: *i*), teilweise verschmilzt er mit der hier entspringenden Ursprungssehne des Musculus flexor hallucis brevis (s. Taf. XIX, Fig. 4: *k*); schließlich geht ein Teil der Fasern unmittelbar als Ursprungssehne in den eben erwähnten Muskel über (s. Taf. XIX, Fig. 4: *l*). Der mediale Faserzug (in der Figur nicht dargestellt) biegt medialwärts aus, inseriert an der unteren Fläche des Os cuneiforme I und liefert ein ziemlich sagittal gestelltes Septum gegen den Abductor hallucis brevis.

Der tiefe vom lateralen Rand des medialen Aponeurosenabschnittes abgehende Faserzug inseriert sich teilweise (s. Taf. XIX, Fig. 4: *m*) an dem Abschnitt des Ligamentum plantare profundum, welcher die im Sulcus des Os cuboideum verlaufende Peronaeussehne überbrückt. Eine andere stärkere Portion (s. Taf. XIX, Fig. 4: *e*) biegt lateralwärts aus und setzt sich, den Muskelbauch des Abductor digiti V seitlich und oben umfassend, an der unteren Fläche der Basis des Os metatarsale V an. Schließlich geht ein Teil (s. Taf. XIX, Fig. 4: *n*) in den Faserzug über, welcher, wie bereits oben beschrieben, von dem Crus mediale des lateralen Aponeurosenabschnitts zum Ligamentum accessorium plantare der vierten bzw. dritten und fünften Zehe geschickt wird. Die Vereinigungsstelle dieser beiden Faserzüge nennen wir Syndesmosis aponeurotica profunda (s. Taf. XIX, Fig. 4).

Außer diesen sich mit dem tiefen Faserzug des medialen Aponeurosenabschnittes mischenden Fasern werden von dem lateralen Aponeurosenabschnitt, und zwar auch von dem medialen Zipfel (Crus mediale) desselben, noch Fasern (s. Taf. XIX, Fig. 4: *o*) abgegeben, die oberhalb des Abductor digiti minimi-Bauches lateralwärts verlaufend ebenfalls an der Basis des fünften Metatarsus inserieren, von den gleichverlaufenden Fasern des medialen Aponeurosenabschnittes aber kaum zu trennen sind. Von dieser Stelle, wo eine innige Verschmelzung der Fasern des medialen und lateralen Aponeurosenabschnittes stattfindet, nimmt ein großer Teil der Fasern des Musculus opponens und Flexor digiti brevis V seinen Ursprung, und zwar geht ein Teil der Aponeurosenfasern direkt als sehnige Ursprungsfasern in die Substanz dieser erwähnten Muskeln über, in analoger Weise, wie ich es beim Musculus flexor hallucis brevis beschrieb.

Schließlich möchte ich mich noch einen Augenblick mit den oberflächlichen, querverlaufenden Fasern (s. Taf. XVI, Fig. 1: Fasciculi aponeurotici transversi superficiales) befassen. Es sind dies die Fasern, welche wir bei der oberflächlichen Aponeurosendarstellung zwischen den Apo-

neurosenzipfeln und zwar teilweise über, teilweise unter denselben verlaufen sahen. Sie halten die zwischen den Aponeurosenstrahlen vorquellenden Fettgewebsmassen zurück. Ein Teil derselben biegt aus der Quer- in die Längsrichtung um und nimmt an der Bildung des Ligamentum natatorium teil. Diese oberflächlichen Querfasern nehmen nach meinen Präparaten, die ich aus Zweckmäßigkeitsgründen besonders von der Seite in Angriff nahm, ihren Ursprung (in den Figuren nicht dargestellt) vorwiegend von den Beugesehnenscheiden und sind ziemlich selbständig. Ihre Verbindung mit den Längsfasern der oberflächlichen Aponeurosenstrahlen ist meist keine sehr innige, mag aber genügen, um letztere unter sich und in der Tiefe zu verankern.

Zum Schluß möchte ich die Aufmerksamkeit noch einen Augenblick für die Abbildung in Anspruch nehmen, welche die Aponeurose von der Seite präpariert darstellt (s. Taf. XX, Fig. 5). Ich denke, diese Darstellung ist geeignet, mit einem Blick die beiden verschiedenen Hauptwirkungen der Aponeurose klar zu machen. Die tiefen kompakten Strahlen (Lacerti aponeurotici profundi), die zu den Ligamenta accessoria plantaria verlaufen, dienen den oben bereits ausgeführten statischen Aufgaben, während die oberflächlichen Zipfelendigungen (Lacerti aponeurotici superfaciales) unter Bildung des Ligamentum natatorium dem vorderen Fußsohlenpolster Form und Halt verleihen.

Literaturverzeichnis.

Maslieurat-Lagemard, De l'anatomie descriptive et chirurgicale des aponévroses et des synoviales du pied. *Gaz. méd. de Paris.* 1840.

Grapow, Die Anatomie und physiologische Bedeutung der Palmaraponeurose. *Archiv f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte.* 1887.

Ledderhose, Zur Pathologie der Aponeurose des Fußes und der Hand. *Langenbecks Archiv.* Bd. LV.

Edward Loth, Die Aponeurosis plantaris in der Primatenreihe. *Morphol. Jahresbücher.* Bd. XXXVIII.

Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen.* 1871. S. 338.

Luschka, *Anatomie der Glieder des Menschen.* 1865. S. 329.

W. Krause, *Handbuch der Anatomie des Menschen.* 1879. S. 189.

Joessel, *Lehrbuch der topographisch-chirurgischen Anatomie.* 1884. I. S. 259.

Gegenbaur, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* 1895. S. 470.

Spalteholz, *Handatlas der Anatomie des Menschen.* 1901. II. S. 352.

Rauber-Kopsch, *Lehrbuch der Anatomie.* 1911. III. S. 207.

Frohse und Fränkel, *Die Muskeln des menschlichen Beines.* 1913. S. 579. *Handbuch der Anatomie des Menschen* von Bardeleben.

Poirier et Charpy, *Traité d'anatomie humaine.* 1910. T. II. p. 298.

Testut, *Traité d'anatomie humaine.* T. I. p. 1038.

Sappey, *Traité d'anatomie descriptive.* 1876. II. p. 457.

Piersol, *Human Anatomy.* 1907. p. 659.

Quains, *Anatomy.* 1882. I. p. 260.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVI—XX.)

Tafel XVI.

Fig. 1. Sohle eines rechten Fußes nach Entfernung der Haut; dargestellt ist die untere Aponeurosis plantaris-Fläche.

sulc. plant. med. = sulcus plantaris medialis
sulc. plant. lat. = sulcus plantaris lateralis
tract. apon. lat. = tractus aponeuroticus lateralis
tract. apon. med. = tractus aponeuroticus medialis
lam. apon. dorso-plant. = lamina aponeurotica dorso-plantaris
lac. apon. superf. = lacertus aponeuroticus superficialis
crus apon. med. = crus aponeuroticum mediale
crus apon. lat. = crus aponeuroticum laterale
fascicul. apon. transv. superf. = fasciculi aponeurotici transversi superficiales
m. abd. hall. = musculus abductor hallucis
m. abd. dig. V = musculus abductor digiti V
d = aus der Quer- in die Längsrichtung umbiegende Fasern der Fascicul. apon. transversi superf.

Tafel XVII.

Fig. 2. Rechter Fuß von der Sohlenseite her präpariert; die oberflächlichen Aponeurosenzipfel sind durchschnitten und zurückgeschlagen, die tiefen Aponeurosenzipfel zur Darstellung gebracht. Die Zehen stehen dorsalflektiert.

pars post. lac. apon. superf. = pars posterior lacerti aponeurotici superficialis
pars ant. lac. apon. superf. = pars anterior lacerti aponeurotici superficialis
fascicul. apon. transv. prof. = fasciculi aponeurotici transversi profundi
lig. nat. = *ligamentum natatorium*
lig. access. plant. = *ligamentum accessorium plantare*
f = in die Substanz des zugehörigen Lig. access. plant. übergehende Insertionsfasern tiefer Aponeurosenzipfel
g = zu dem Lig. access. plant des benachbarten Metatarsophalangealgelenkes ziehende Insertionsfasern tiefer Aponeurosenzipfel

Tafel XVIII.

Fig. 3. Vordere Hälfte eines linken Fußes von der Sohlenseite her präpariert. Darstellung des Ligamentum natatorium und des Spatium subglenoidale.

artic. met. phal. = articulatio metatarso-phalangea
lac. apon. superf. = lacertus aponeuroticus superficialis
fascicul. transv. prof. = fasciculus transversus profundus
vasa et n. dig. comm. = vasa et nervus digitalia communia
b = vorderster Abschnitt der oberflächlichen Aponeurosenzipfel; die Fasern weichen schon zur Bildung des Lig. nat. auseinander.

Tafel XIX.

Fig. 4. Hintere und mittlere Partie eines rechten Fußes von der Sohlenseite her präpariert. Die Muskeln sind bis auf den M. flexor hallucis brevis sämtlich entfernt; der Tractus apon. med. ist in der Mitte der Länge nach gespalten, die beiden Hälften werden durch Haltefäden hochgezogen.

tract. apon. lat. = tractus aponeuroticus lateralis
tract. apon. med. = tractus aponeuroticus medialis
crus apon. lat. = crus aponeuroticum laterale
crus apon. med. = crus aponeuroticum mediale
syndesm. apon. prof. = syndesmosis aponeurotica profunda
lig. plant. long. = ligamentum plantare longum
e = Fasern, die von dem lat. Rande des Tract. apon. med. lateralwärts abbiegen und über dem M. abductor dig. V verlaufend an der Basis des V. Mittelfußknochens inserieren.
o = Fasern, die von dem Crus apon. med. stammen und ebenso verlaufen wie die unter *e* beschriebenen.
i = tiefe Faserzüge, die dem med. Rande des Tract. apon. med. entstammen und am Os cuniforme III inserieren.
k = ebensolche, die mit der Ursprungssehne des M. flexor. hall. brevis verschmelzen.
l = ebensolche, die als Ursprungsfasern direkt in den M. flexor. hall. brev. übergehen.
n = Faserzug der vom Crus apon. med. zum Lig. access. plant. des III., IV. und V. Metatarsophalangealgelenkes geschickt wird.

Tafel XX.

Fig. 5. Linker Fuß, von der lateralen Seite her präpariert; die 3 äußeren Zehen mit einem Teil des zugehörigen Mittelfußes weggenommen; es ist das gegenseitige Verhalten der tiefen und oberflächlichen Aponeurosenzipfel dargestellt.

tendd. mm. flex. long. et brev. dig. II = tendines musculorum flexoris longi et brevis digiti II
cap. obliqu. m. add. hall. = *caput* obliquum musculi adductoris hallucis

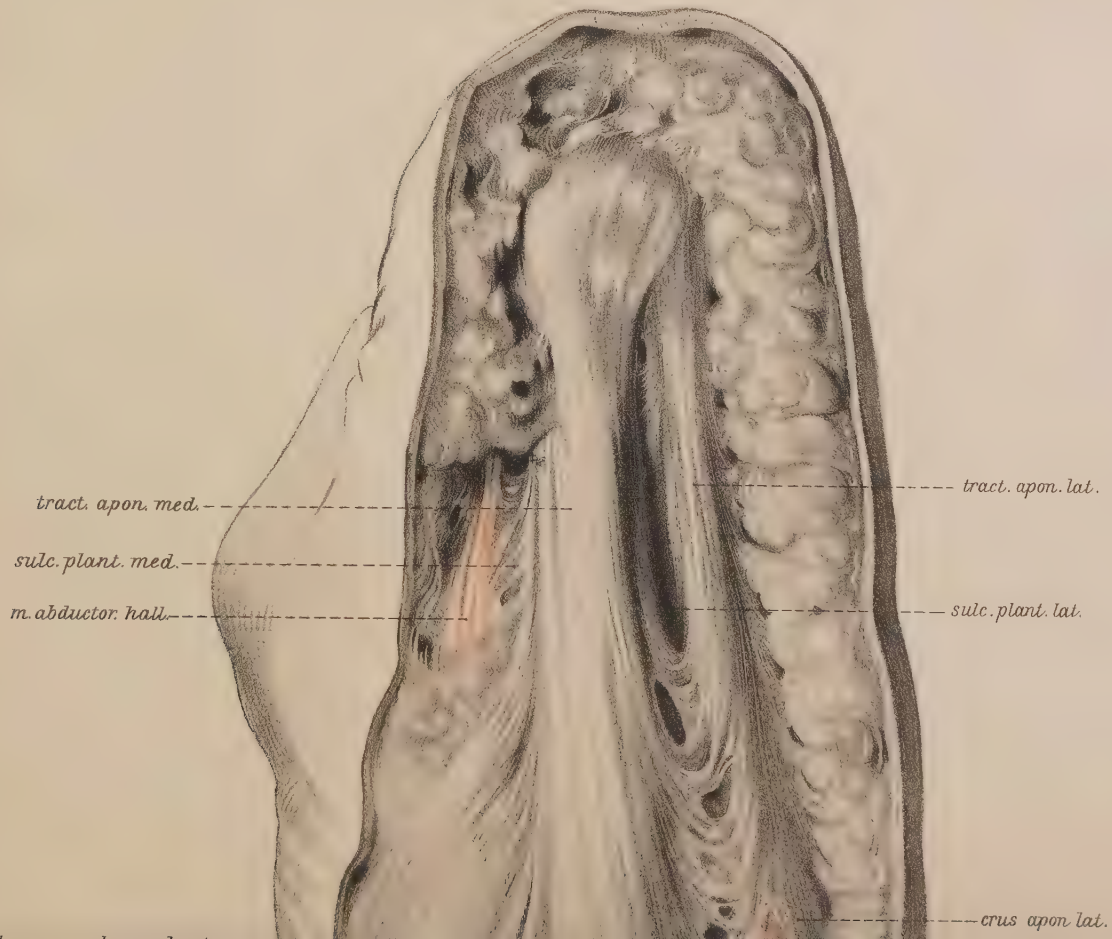
cap. transv. m. add. hall. = caput transversum musculi adductoris hallucis
m. inteross. dors. II = musculus interosseus dorsalis II
tendo m. extens. brev. dig. II = tendo musculi extensoris brevis digiti II
pulv. ped. post. = pulvinar pedis posterius
pulv. ped. ant. = pulvinar pedis anterius
lac. apon. prof. = lacertus aponeuroticus profundus
lac. apon. superf. = lacertus aponeuroticus superficialis
lig. nat. = ligamentum natatorium
a = Stelle an der das Unterhautfettgewebe fast gänzlich fehlt und an der zahlreiche Fasern der oberflächlichen Aponeurosenzipfel in die Cutis übergehen.
b = vgl. Fig. 3
p = hinterster Teil des Spatium subglenoidale, Fettgewebe entfernt.
c = lockeres Unterhautfettgewebe, welches die vordere Fläche des Lig. nat. von der davor liegenden Cutis trennt.
h = Faszie, die den ganzen Gelenkabschnitt des Metatarsophalangealgelenkes samt den zugehörigen Interosseussehnen einhüllt.

Fig. 1.

Archiv f. Anat. u. Phys. 1913. Anat. Abtlg. Suppl.

Verlag

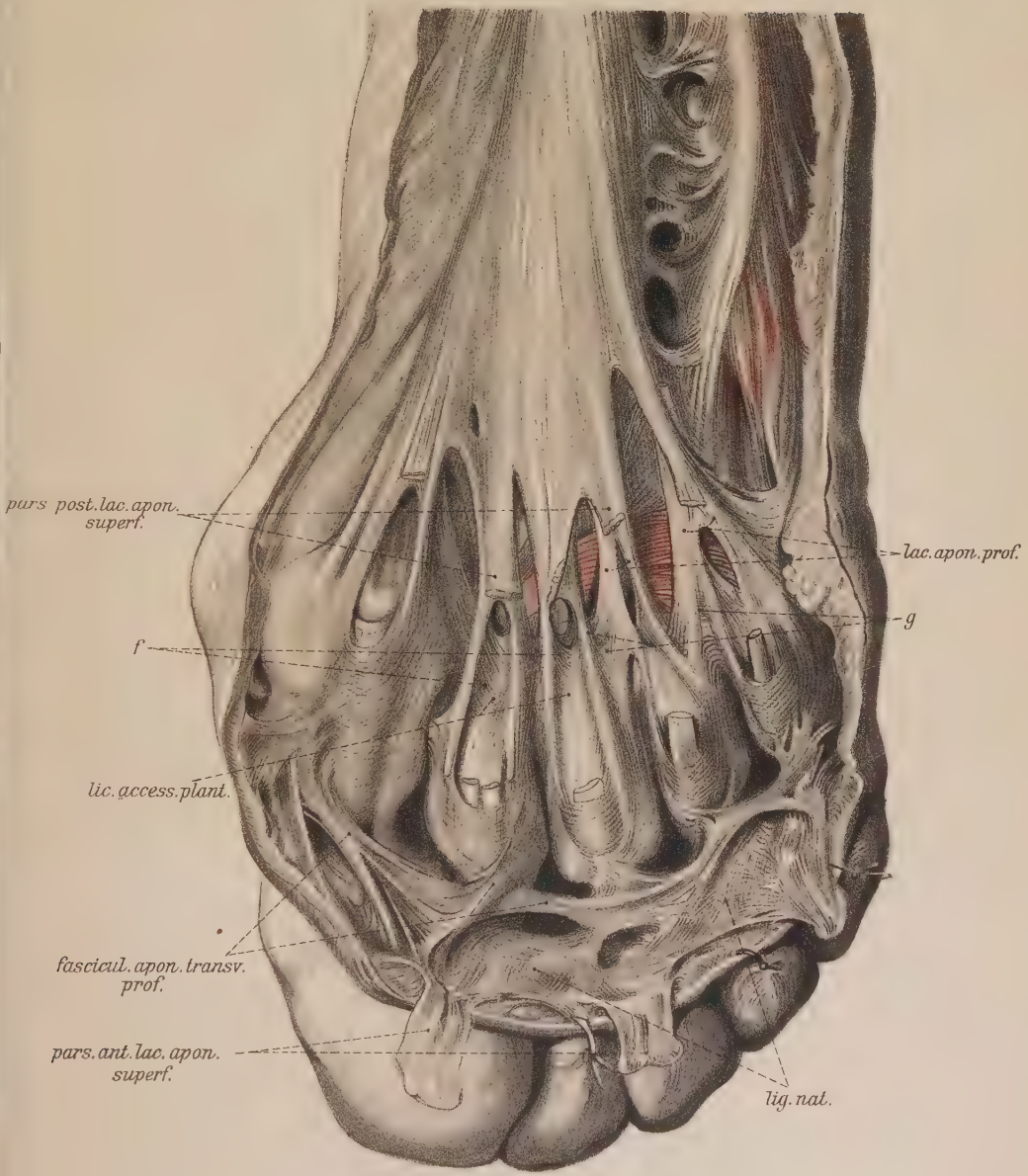
Taf. XVI.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Verlag v. Veit & Comp. Leipzig

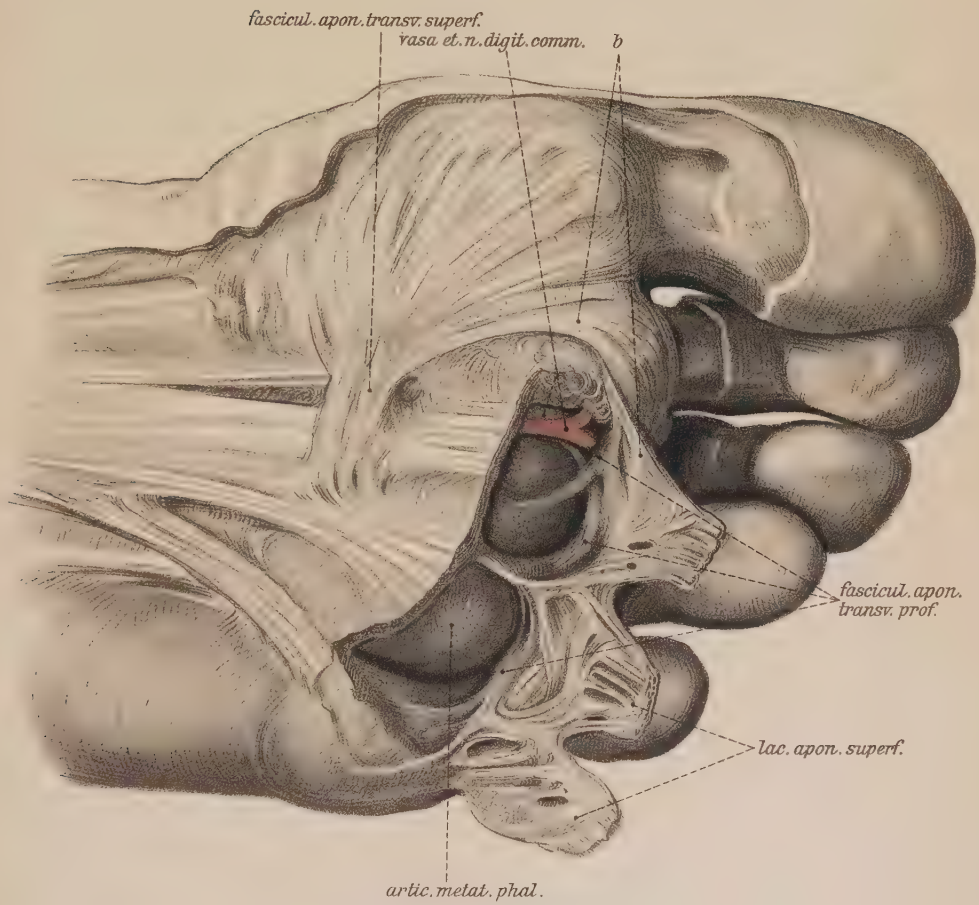
Fig. 2.



Verlag Veit & Comp. Leipzig

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

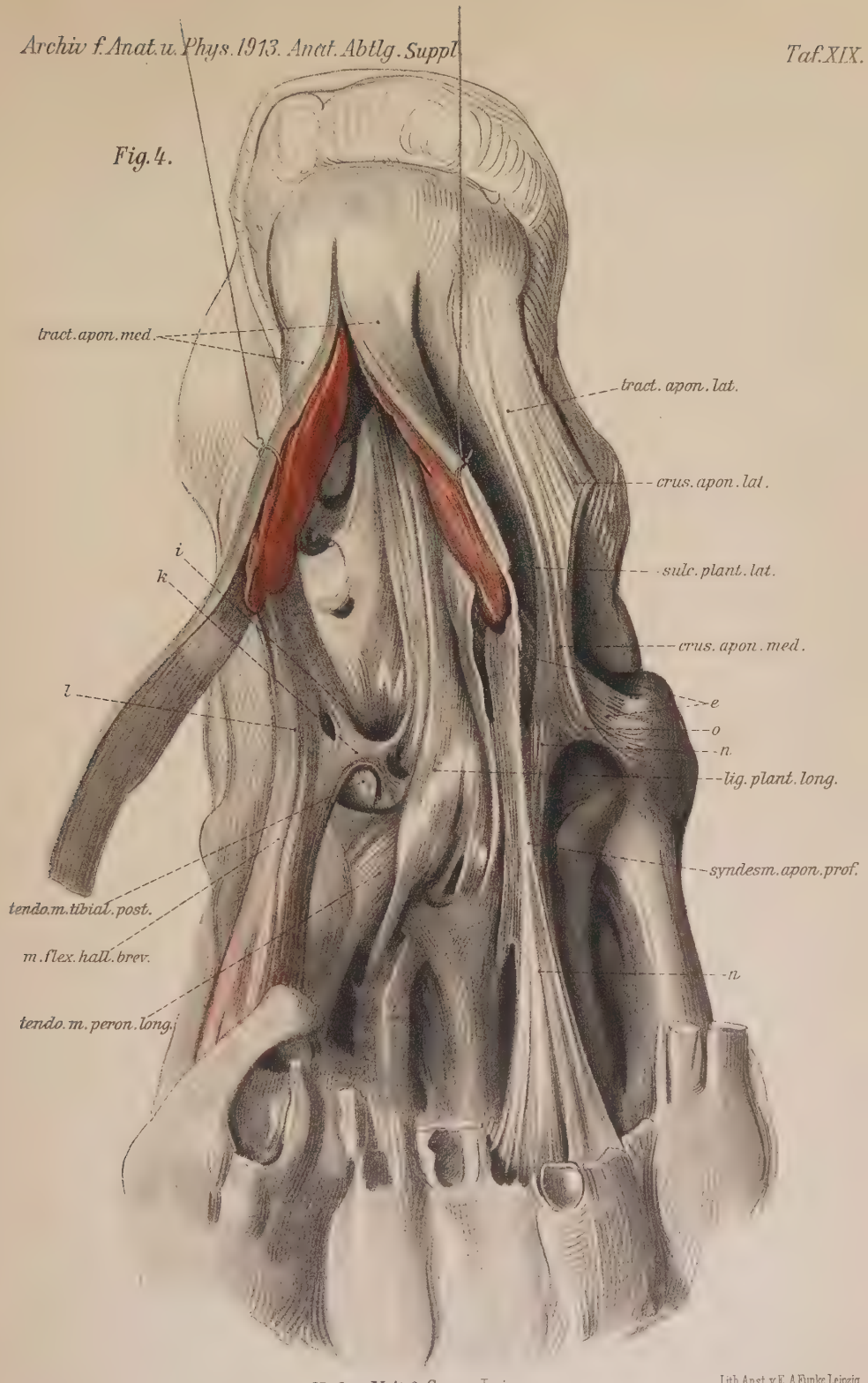
Fig. 3.



Verlag Veit & Comp. Leipzig

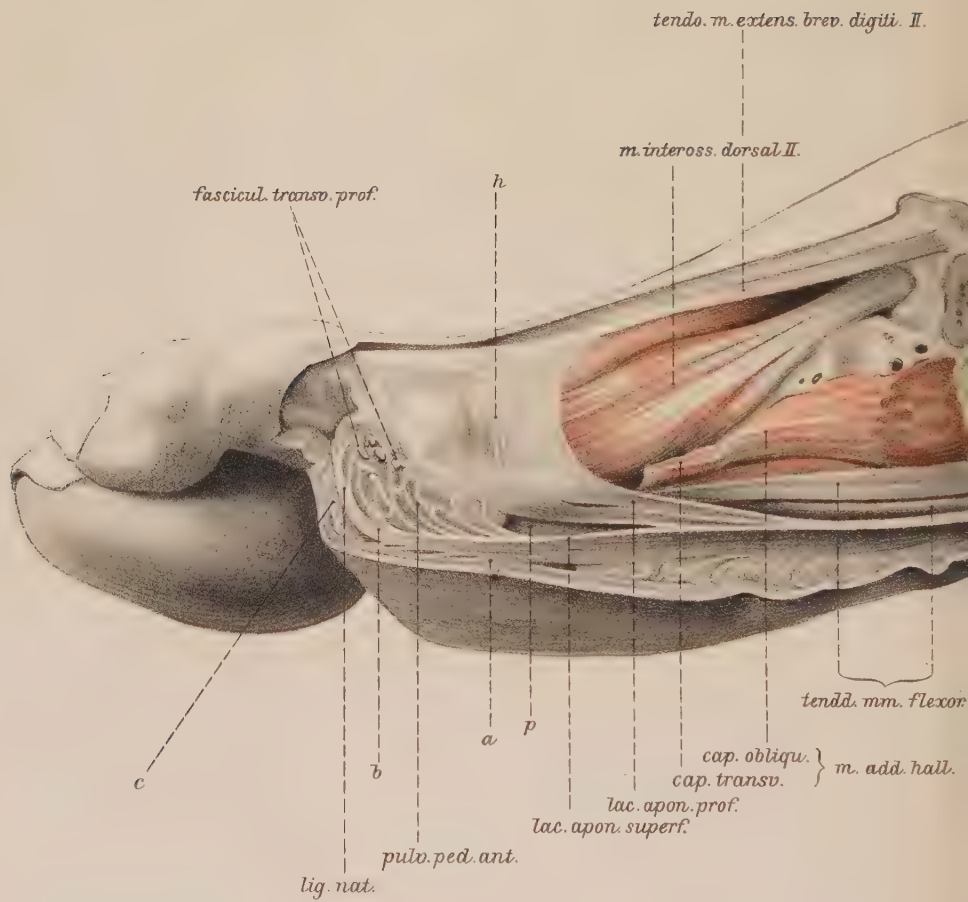
Lith. Anst. v E. A. Funke, Leipzig.

Fig. 4.



Verlag Veit & Comp. Leipzig

Lith. Anst. v E. A Funke, Leipzig.


tendo. m. extens. brev. digiti. II.
m. inteross. dorsal II.
h
fascicul. transv. prof.
tendd. mm. flexor
a
p
cap. obliqu.
cap. transv.
m. add. hall.
b
c
lac. apon. prof.
lac. apon. superf.
pulv. ped. ant.
lig. nat.

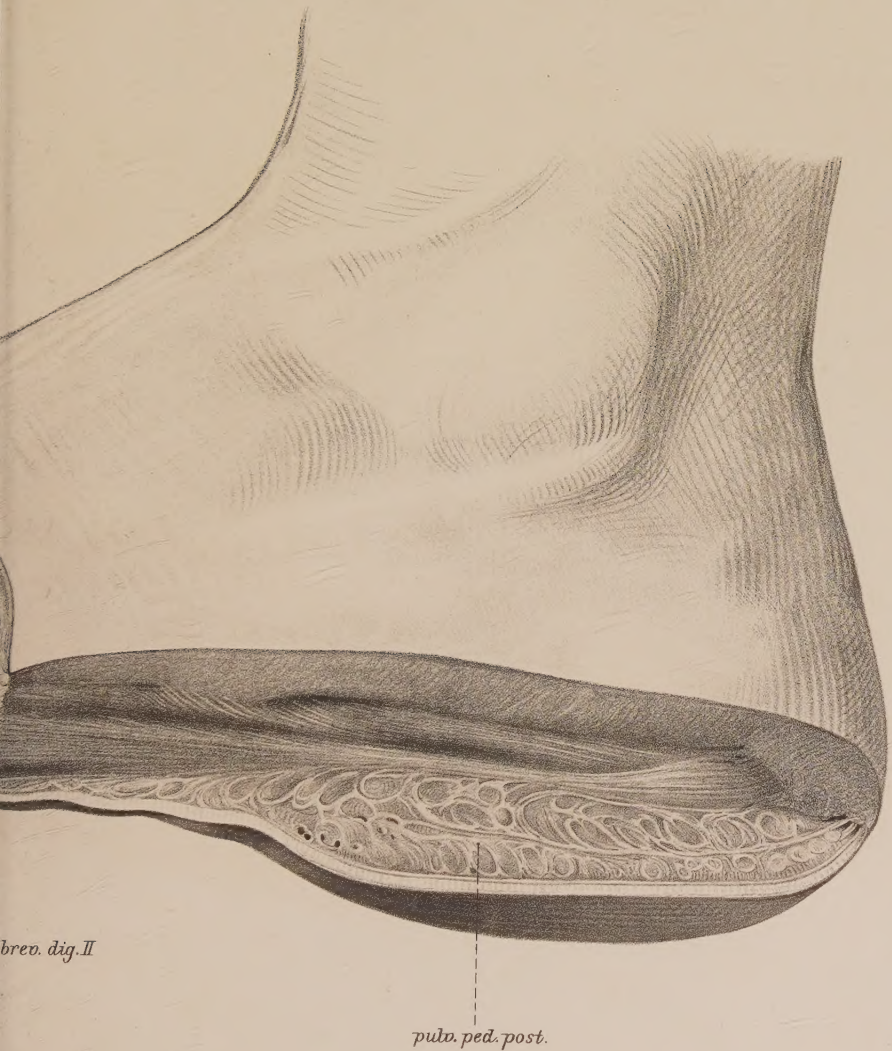


Fig. 5.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Lebenslauf.

Ich, Alfred Karl Henkel, wurde am 8. April 1886 in Kassel als Sohn des Privatschulvorstehers Karl Henkel und dessen Ehefrau Bertha geb. Bergheim geboren. Nach Absolvierung des Realgymnasiums zu Kassel bezog ich im Sommersemester 1906 die Universität Kiel. Am 1. Oktober desselben Jahres trat ich als Studierender in die Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen ein; Sommersemester 1908 bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Vom 1. März 1911 bis 1. März 1912 war ich in dem Kgl. Charité-Krankenhause als Unterarzt tätig. Am 29. August 1912 erlangte ich meine Approbation als praktischer Arzt. Seit dem 18. November 1912 gehöre ich dem Infanterie-Regiment 132 als Assistenzarzt an und seit dem 1. Januar 1913 bin ich unter Dienstleistung am Anatomischen Institut der Universität Berlin zur Kaiser Wilhelms-Akademie kommandiert.